

Derwent WPI

(c) 2008 Thomson Reuters. All rights reserved.

0010772073 & & Drawing available

WPI Acc no: 2001-386545/200141

XRPX Acc No: N2001-284128

Piezoresonator for piezoelectric ladder filter, has electrodes which applies electric field to pair of piezoelectric layer in mutually opposite direction

Patent Assignee: MURATA MFG CO LTD (MURA)

Inventor: YAMAMOTO M; YAMAMOTO T

Patent Family (5 patents, 4 & countries)

Patent Number	Kind	Date	Application Number	Kind	Date	Update	Type
JP 2001119262	A	20010427	JP 1999294491	A	19991015	200141	B
DE 10050058	A1	20010531	DE 10050058	A	20001010	200141	E
CN 1293486	A	20010502	CN 2000131767	A	20001013	200143	E
KR 2001040089	A	20010515	KR 200060527	A	20001014	200167	E
CN 1164032	C	20040825	CN 2000131767	A	20001013	200612	E

Priority Applications (no., kind, date): JP 1999294491 A 19991015

Patent Details

Patent Number	Kind	Lan	Pgs	Draw	Filing Notes
JP 2001119262	A	JA	7	9	

Alerting Abstract JP A

NOVELTY - The piezoresonator has three piezoelectric layers (11,13,15) and two surface electrodes (10,16) and two internal electrodes (12,14). The layers (11,15) are polarized in direction perpendicular to electrode surface. The electrodes are connected so that electric field is applied on piezoelectric layer in same direction as that of polarization direction and in opposite direction to other piezoelectric layer.

USE - For piezoelectric oscillator, piezoelectric ladder filter, etc.

ADVANTAGE - Attenuation is guaranteed since the capacity across terminal is large.

DESCRIPTION OF DRAWINGS - The figure shows the expanded sectional view of piezoresonator.

10,16 Surface electrodes

11,13,15 Piezoelectric layers

12,14 Internal electrodes

Title Terms /Index Terms/Additional Words: PIEZOELECTRIC; LADDER; FILTER; ELECTRODE; APPLY; ELECTRIC; FIELD; PAIR; LAYER; MUTUAL; OPPOSED; DIRECTION

04031-21
161

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

H03H 9/15

H03H 9/02

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 00131767.9

[43] 公开日 2001 年 5 月 2 日

[11] 公开号 CN 1293486A

[22] 申请日 2000.10.13 [21] 申请号 00131767.9

[30] 优先权

[32] 1999.10.15 [33] JP [31] 294491/1999

[71] 申请人 株式会社村田制作所

地址 日本京都府

[72] 发明人 山本隆

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

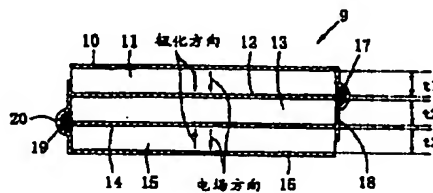
代理人 洪 玲

权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图页数 6 页

[54] 发明名称 压电谐振器

[57] 摘要

一种压电谐振器, 其内电极包括夹在陶瓷压电层中间的两层。表面电极 置于压电层上下主表面上。中间压电层不极化, 其两侧的压电层则以基本上 垂直于主表面的方向极化, 从而极化方向相反。一侧表面上设置的连接电极 电气连接表面电极与内电极, 并用绝缘材料与内电极绝缘。另一相对侧面上的另一连接电极电气连接表面电极与内电极, 并以绝缘材料与内电极绝缘。



ISSN 1008-4274

权 利 要 求 书

1. 一种压电谐振器，包括：
包含至少四层的多个电极；
与多个电极层叠以限定谐振器主体的至少三个压电层；其特征在于
至少三个压电层中的至少两个压电层以基本上垂直于多个电极的方向极化，
诸电极相互如此连接，从而在压电层第一部分中，产生的电场与压电层的极化方向同方向，而在压电层第二部分中，产生的电场与压电层的极化方向不同。
2. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于偶数个电极层与奇数个压电层层叠而限定谐振器主体，多个电极相互连接成使中间压电层不极化，而且在中间压电层的一侧上，极化方向与电场方向相同，在中间压电层的另一侧，极化方向与电场方向相反。
3. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于将压电谐振器构成操作于约 300kHz 到约 800kHz 的频带。
4. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于至少四层电极大体上呈方形。
5. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于至少三个压电层大体上呈方形。
6. 如权利要求 2 所述的压电谐振器，其特征在于极化方向在中间压电层两侧向内定向。
7. 如权利要求 2 所述的压电谐振器，其特征在于极化方向在中间压电层两侧向外定向。
8. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于将层叠谐振器主体中的内电极与压电层安置成响应于对其施加的电压以弯曲振动模式振动。
9. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于 L_b 表示层叠谐振器主体一边的长度， ϵ 表示压电层的介电常数， t_1 、 t_2 和 t_3 表示各压电层的厚度，把端间电容 C_b 定义为：
$$C_b = (\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot L_b^2) (1/t_a + 1/t_b + 1/t_c)$$

式中 ϵ_0 为真空中的介电常数。
10. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于压电层的数目至少为五。
11. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其特征在于内电极数至少为四。

12. 一种压电谐振器，包括：

多个电极层；

与多个电极堆迭以限定谐振器主体的多个压电层；其特征在于

压电层中的至少两个压电层以基本上垂直于多个电极层的方向极化，诸电极相互如此连接，从而在压电层第一部分中，产生的电场与压电层的极化方向同方向，而在压电层第二部分中，产生的电场与压电层的极化方向不同。

13. 如权利要求 12 所述的压电谐振器，其特征在于偶数个电极层与奇数个压电层层叠以限定谐振器主体。

14. 如权利要求 12 所述的压电谐振器，其特征在于多个电极相互连接成使中间压电层不极化，而且在中间压电层的一侧上，极化方向与电场方向相同，在中间压电层的另一侧，极化方向与电场方向相反。

15. 如权利要求 12 所述的压电谐振器，其特征在于压电谐振器构成操作于约 300kHz 到约 800kHz 的频带。

16. 如权利要求 12 所述的压电谐振器，其特征在于多个电极层与多个压电层大体上呈方形。

17. 如权利要求 14 所述的压电谐振器，其特征在于极化方向在中间压电层两侧向内定向。

18. 如权利要求 14 所述的压电谐振器，其特征在于极化方向在中间压电层两侧向外定向。

19. 如权利要求 12 所述的压电谐振器，其中将层叠谐振器主体中的内电极与压电层安置成响应于对其施加的电压以弯曲振动模式振动。

20. 如权利要求 1 所述的压电谐振器，其中压电层的数目至少为三，内电极层数至少为二。

说明书

压电谐振器

本发明涉及应用于压电振荡器件、梯形滤波器和其它同类设备的压电谐振器，尤其涉及端间电容大、以弯曲(bending)振动模式振动的压电谐振器。

普通谐振器的陶瓷压电材料在 300kHz~800kHz 频带内作扩展(spreading)振动。图 1A 是表示扩展振动谐振器 1 的结构透视图，图 1B 是表示扩展振动谐振器 1 的极化方向与电场方向的侧视图。在扩展振动谐振器 1 中，表面电极 3 设置在单层压电基片 2 的上下主表面上，基片 2 呈方形，且整块压电基片 2 沿垂直于两主表面的方向极化。相应地，在表面电极 3 之间所加的电场的方向垂直于这两个主表面且平行于极化方向。在这种扩展振动谐振器 1 中，当在表面电极 3 之间加上信号电压时，压电基片 2 就在平行于两主表面的平面内向外扩展或向内收缩。

在扩展振动谐振器 1 中，一边的长度 L_s 与谐振频率 f_r 的乘积几乎是常数，其关系定义为：

$$L_s \times f_r = A_s \quad (1)$$

式中 A_s 为常数(频率相关常数)，且 $A_s \approx 2100 \text{ mmkHz}$ 。例如，要获得谐振频率 $f_r = 450 \text{ kHz}$ 的谐振器，要求其一边的长度 $L_s = 4.67 \text{ mm}$ 。

由于电子元件越益要求小型化，所以这种扩展振动谐振器几乎无法做得小型、轻量和廉价。

图 2 示出具有二级结构的梯形滤波器 6，它包括串联谐振器 7a 与 7b 和并联谐振器 8a 与 8b；图 3 示出梯形滤波器 6 的衰减特性。鉴于这种梯形滤波器 6 的某种特性，必须尽量增大图 3 所示的保证衰减值 Att. 。若用 C_1 表示串联谐振器 7a 与 7b 的端间电容， C_2 表示并联谐振器 8a 与 8b 的端间电容，则二级结构的梯形滤波器 6 的保证衰减值 Att. 定义为：

$$\text{Att.} = 2 \times 20 \log(C_2/C_1) \quad (2)$$

因此，为了增大保证衰减值 Att. ，就要增大并联谐振器 8a 与 8b 的端间电容 C_2 ，并减小串联谐振器 7a 与 7b 的端间电容 C_1 。然而，当将上述扩展振动谐振器 1 应用于并联谐振器 8a 与 8b 时，则难以增大端间电容 C_2 ，原因如下。

图 1A 所示扩展振动谐振器 1 的端间电容 C_s 以下式定义：

$$C_s = (\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot L_s^2) / t \quad (3)$$

式中 L_s 是谐振器 1 一边的长度, ϵ 是压电基片的介电常数, t 为压电基片的厚度, 而 ϵ_0 为真空中的介电常数 (即, 8.854×10^{-12})。

在选择了扩展振动谐振器 1 的谐振频率 f_r 后, 确定谐振器 1 一边的长度 L_s (比较公式 (1)), 因此端间电容 C_s 仅由基片 2 的厚度 t 和介电常数 ϵ 来确定。

为了增大扩展振动谐振器 1 的端间电容 C_s , 必须增大压电基片 2 的介电常数 ϵ , 或使压电基片更薄。然而, 由于压电基片 2 的介电常数 ϵ 是由构成该基片 2 的材料确定的, 所以无法随意选择介电常数 ϵ , 而且若改变压电基片材料, 就会影响其它特性。再者, 若把基片 2 的厚度减薄, 则抗断强度降低, 扩展振动谐振器 1 容易减薄, 则抗断强度降低, 扩展振动谐振器 1 容易损坏。因此, 限制了可选择的厚度。

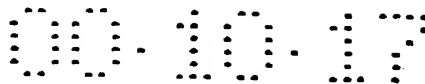
结果, 对于梯形滤波器的并联谐振器而言, 虽然希望有端间电容大的谐振器, 但是难以获得端间电容大的扩展振动谐振器。反之, 如果研制的压电谐振器具有对应于上述常数 C_s 的小常数, 且能把压电谐振器制成小尺寸, 则端间电容将减小。因此, 当把压电谐振器用作并联谐振器时, 会劣化保证衰减值。

为解决上述问题, 本发明的较佳实施例提供了一种尺寸极小的压电谐振器, 它具有很大的端间电容, 且实现了所需的谐振频率。

根据本发明一较佳实施例的压电谐振器, 包括层叠的四层或更多层电极和三层或多层压电层, 压电层中的至少有两层以基本上垂直于电极的方向极化。这些电极相互如此连接, 从而在压电层的第一部分中, 产生的电场与压电层的极化方向同方向, 而在压电层的第二部分中, 产生的电场与压电层的极化的方向不同。

根据本发明的另一较佳实施例的压电谐振器, 包括上述的一种压电谐振器, 其中将偶数层电极与奇数个压电层层叠起来, 而且诸电极相互如此连接, 从而中间压电层不极化, 在中间压电层的一侧上, 极化方向与电场方向相同, 而在中间压电层的另一侧上, 极化方向与电场方向相反。

在根据上述较佳实施例的压电谐振器中, 由于极化方向与电场方向相同的压电层沿着向层中心的方向收缩, 而极化方向与电场方向相反的压电层沿着向层边缘的方向扩展, 因此在整个压电谐振器中产生弯曲振动。与扩展振动谐振器相比, 在表现出这种弯曲振动的压电谐振器中, 谐振器一边的长度与谐振频率的乘积变得更小。因此可大大减小压电谐振器的尺寸, 并可应用同一所需频带。另外, 由于压电谐振器具有四层或更多层的电极, 所以大大



增大了每对电极之间产生的端间电容和总的端间电容。再者，因为每个压电层是层叠的，所以大大减小了每个压电层的厚度而不降低压电谐振器的强度，甚至还增大了端间电容。

在根据另一较佳实施例的压电谐振器中，中间压电层不极化，在中间压电层的一侧上，极化方向与电场方向相同，而在中间压电层的另一侧上，极化方向与电场方向相反。因而产生强烈的弯曲振动。此外，通过插入一不极化的压电层，可使其它压电层更薄而不降低谐振器的强度，甚至还增大了端间电容。

通过以下对较佳实施例的详述并参照附图，本发明的其它特征、要素、特性与优点将变得更加清楚。

图 1A 是示出普通扩展振动谐振器的结构的透视图；

图 1B 是示出图 1A 谐振器的极化方向与电场方向的侧视图；

图 2 是梯形滤波器的电路图；

图 3 是示出图 2 中梯形滤波器的特性的图；

图 4 是本发明一较佳实施例的压电谐振器的透视图；

图 5 是图 4 所示压电谐振器的放大剖视图；

图 6A 是示出母基片极化处理的透视图与剖视图；

图 6B 是示出母基片第一次切割处理的透视图；

图 6C 是示出经切割的母基片的透视图；

图 6D 是示出母基片第二次切割处理的透视图；

图 6E 是完成的压电谐振器的透视图；

图 7A 是示出根据本发明另一较佳实施例的压电谐振器的极化处理的图；

图 7B 是示出图 7A 压电谐振器的驱动的图；

图 8A 是示出根据本发明另一较佳实施例的压电谐振器的极化处理的图；

图 8B 是示出图 8A 压电谐振器的驱动的图；及

图 9 是示出其双层结构适于以弯曲振动模式振动的压电谐振器的透视图。

图 4 是示出根据本发明一较佳实施例的压电谐振器 9 的透视图，图 5 是根据本发明该较佳实施例的谐振器的剖视图。例如，将该压电谐振器 9 用作频带约 300kHz 到约 800kHz 的陶瓷振荡器。压电谐振器 9 最好包括：内电极 12 和 14，这两层内电极夹在陶瓷压电层 11、13 和 15 中间，这三层陶瓷压电层基本上为方形；以及设置在层叠起来的压电层 11、13 和 15 及内电极 12 与 14

的上下两主表面上的表面电极 10 与 16。中间压电层 13 不极化，压电层 13 两侧上的压电层 11 与 15 以基本上垂直于主表面的方向极化，从而极化方向相反。另外，极化方向可如图 5 中的实线箭头所示在中间压电层 13 两侧上向内，或者在中间压电层 13 的两侧上向外。

在压电谐振器 9 的两侧表面上设置了连接电极 18 与 20。一连接电极 18 电气连接至两个分开压电层所在的表面电极 10 和内电极 14，并利用设置在侧面上的绝缘材料 17 与在中间的内电极 12 绝缘。另外，另一连接电极 20 电气连接至两个分开压电层所在的表面电极 16 与内电极 12，也利用设置在另一侧面上的绝缘材料 19 与在中间的内电极 14 绝缘。

因此，当在两个表面电极 10 与 16 之间加上电压从而产生沿图 5 中虚线箭头所示方向的电场方向时，电场方向与极化方向在一压电层 11 里变为相同，且压电层 11 向其中心方向收缩，但电场方向与极化方向在另一压电层 15 里变为相反，压电层 15 向其边缘方向伸展。结果，当把信号(高频电场)加到表面电极 10 与 16 之间时，压电层 11 与 15 都以扩展振动模式沿其边缘方向扩展并沿其中心方向收缩。于是，由于压电层 11 与 15 的伸展和收缩的相位相反，所以整个压电谐振器 9 产生形变，两主表面弯曲而交替地形成凹面和凸面(以下把该形变称为弯曲振动，把本发明各较佳实施例的压电谐振器 9 称为弯曲谐振器)。

在具有这种三层结构的弯曲谐振器 9 中， L_b 表示谐振器 9 一边的长度， ϵ 表示压电层 11、13 和 15 的介电常数， t_1 、 t_2 与 t_3 分别表示压电层 11、13 和 15 的厚度，把端间电容 C_b 定义为：

$$C_b = (\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot L_b^2) (1/t_a + 1/t_b + 1/t_c) \quad (4)$$

ϵ_0 是真空中介电常数。

当扩展振动谐振器 1 和弯曲谐振器 9 均用同种材料(ϵ 相同)制作时，其中尺寸基本上一样，而且厚度大体上相等($t_a + t_b + t_c = t$)，可用公式(3)定义扩展振动谐振器 1 的端间电容，但当压电层 11、13 与 15 各自的厚度基本上相同时($t_a = t_b = t_c = t/3$)，则由下式(4')定义弯曲谐振器 9 的端间电容：

$$C_b = (\epsilon \cdot \epsilon_0 \cdot L_b^2) (9/t) = 9C_s \quad (4')$$

因此，在本发明较佳实施例的弯曲谐振器 9 中，得到的端间电容是同尺寸、同厚度扩展振动谐振器 1 的端间电容的 9 倍。而且，即便将压电层 11、13 与 15 的厚度做得更薄，但层叠压电层的总厚度不变，所以强度也不变。

结果, 当将图 2 中梯形滤波器使用的并联谐振器 8a 与 8b 从扩展振动谐振器 1 改为三层结构的弯曲谐振器 9 时, 梯形滤波器的保证衰减值增大 38.2dB, 如下式(5)所示:

$$\Delta \text{Att.} = 2 \times 20 \log(C_b/C_s) = 38.2 \text{ dB} \quad (5)$$

如果将选择不同介电常数的材料、改变串联谐振器与并联谐振器的厚度以及常规技术中常见的其它方法结合起来, 就能以更宽的范围设计相对电容与保证衰减值。

在弯曲谐振器 9 中, 一边的长度 L_b 与谐振频率 f_r 的乘积也几乎不变, 可定义为:

$$L_b \times f_r = A_b$$

这里, 频率相关常数为:

$$A_b \approx 430 \text{ mmkHz}$$

由于弯曲谐振器 9 的频率相关常数 A_b 大约是扩展振动谐振器 1 的频率相关常数 A_s 的 0.3 倍 ($A_b/A_s \approx 0.3$), 所以对于同样的谐振频率, 弯曲谐振器 9 一边的长度 L_b 约为扩展振动谐振器 1 一边长度 L_s 的 0.3 倍。因此, 在比较弯曲谐振器 9 与扩展振动谐振器 1 时, 弯曲谐振器 9 一边的长度变得小于扩展振动谐振器 1 一边长度的约 1/3.3, 在面积上小于约 1/10。结果, 只要使用同一谐振频率, 弯曲谐振器 9 的尺寸比扩展振动谐振器 1 的尺寸减小很多。

再者, 在比较同一谐振频率的扩展振动谐振器 1 与弯曲谐振器 9 时, 弯曲谐振器 9 变成扩展振动谐振器 1 的 1/10 那么大 ($L_b^2 = L_s^2/10$), 当压电层 11、13 与 15 各自的厚度为扩展振动谐振器 1 厚度的 1/3 时 ($t_a = t_b = t_c = t/3$), 弯曲谐振器 9 的端间电容 C_b 变为扩展振动谐振器 1 的端间电容 C_s 的 9/10, 就是说, 虽然弯曲谐振器 9 的尺寸约为扩展振动谐振器 1 的 1/10, 但是却具有与谐振器 1 几乎一样的端接电容。另外, 虽然弯曲谐振器 9 的厚度不变, 但是强度大大增大了。

接下来说明上述弯曲谐振器 9 的制造方法。首先, 在层叠了经厚膜印刷导电膏所制备的内电极 12a 与 14a 以及压电材料制成的生片 (green sheet) 11a、13a 与 15a 并经烧结之后, 通过在烧结材料的两表面上形成外电极 10a 与 16a 形成图 6A 所示的母基片 21, 并在烧结材料的端面形成连接至内电极 12a 与 14a 的端电极 22。此时, 在外电极 10a 和 16a 与端电极 22 之间加一电极, 烧结材料就沿图 6A 中的箭头方向极化。接着, 沿图 6B 所示箭头线

切割母基片 21, 使之成条形, 就可得到图 6C 所示条形的母基片 23。接下来, 沿图 6D 所示箭头线切割条形母基片 23, 得到图 6E 所示单个单元的压电谐振器 24。接着, 如图 5 所示给内电极 12 与 14 的端部覆盖绝缘材料 17 与 19, 在压电谐振器 9 的端面上将连接电极 18 与 20 置于绝缘材料 17 与 19 上面。以此法可以一次制作许多图 4 所示的弯曲谐振器 9。

图 7A 示出本发明另一较佳实施例的压电谐振器 31 是如何极化的, 图 7B 表示如何驱动压电谐振器 31。在压电谐振器 31 中, 层叠了五个压电层 33、35、37、39 与 41 (层数可以是等于 7 或更大的奇数) 与四层内电极 34、36、38 与 40 (层数可以是等于 6 或更大的偶数), 表面电极 32 与 42 设置在层叠件的两个表面上。在极化处理中, 如图 7A 所示电气连接表面电极 32 与 42 和内电极 36 与 38, 内电极 34 与 40 也电气连接, 并在它们之间加一电压。于是, 中间的压电层 37 不极化而位于压电层 37 上面或下面的压电层 33、35、39 与 41 被极化。之后, 如图 7B 所示, 利用一连接电极把表面电极 32 同内电极 36 与 40 电气连接起来, 并用另一连接电极把内电极 34 与 38 同表面电极 42 电气连接起来。于是, 因为在中间压电层 37 上面的压电层 33 与 35 中, 极化方向与电场方向相同, 而在中间压电层 37 下面的压电层 39 与 41 中, 极化方向与电场方向相反, 所以压电谐振器作弯曲振动。利用这种结构, 由于在表面电极 32、42 与内电极 34、40 之间以及在内电极 34、36、38 与 40 自身之间产生端间电容, 所以可得到大得多的端间电容。

图 8A 示出本发明再一个较佳实施例的压电谐振器 51 是如何极化的, 图 8B 表示如何驱动压电谐振器 51。在压电谐振器 51 中, 层叠了偶数个压电层 53、55、57 与 59 (例如, 四层) 和奇数个内电极 54、56 与 58 (例如, 三层), 表面电极 52 与 60 设置在层叠件的两个表面上。在极化处理中, 如图 8A 所示电气连接表面电极 52、60 与内电极 56, 内电极 54 与 58 也电气连接, 并在其间加一电压。于是, 压电层 53、55、57 与 59 被极化。之后, 如图 8B 所示, 第一连接电极将表面电极 54 与内电极 56、58 电气连接, 第二连接电极将内电极 54 与表面电极 60 电气连接。于是, 由于在上半部分的压电层 53 与 55 中, 极化方向与电场方向相同, 而在最下层的压电层 59 中, 极化与电场方向相反, 所以压电谐振器 51 作弯曲振动。即使采用这种结构, 由于在表面电极 52 和 60 与内电极 54 和 58 之间以及内电极 54 与 56 之间产生端间电容, 所以得到的端间电容极大。

再者，在图 7A 与 7B 或图 8A 与 8B 的较佳实施例中，极化与驱动的布线可以颠倒。然而，如按图示那样布线，由于可在驱动的两表面电极之间加信号，故可简化安置压电谐振器的管壳或封装的结构。

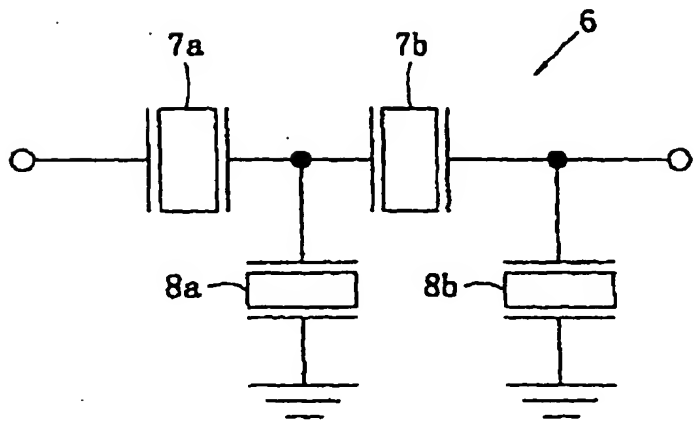
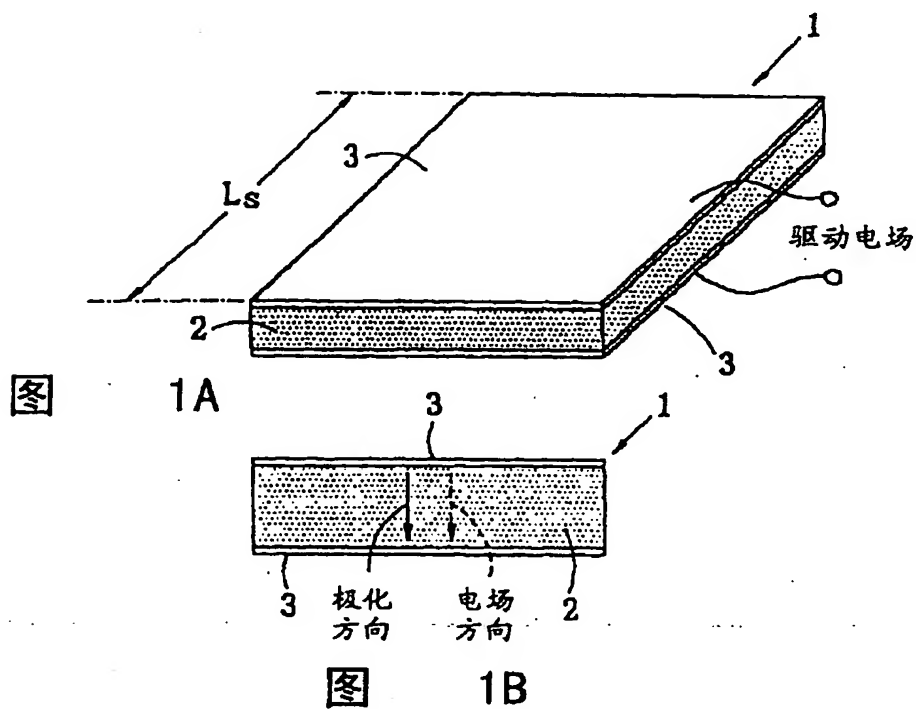
此外，图 9 示出作弯曲振动的压电谐振器 61，其中层叠了两块压电层 63 和 65 (内电极 64 夹在其间)，外电极 62 与 66 设置在层叠件两表面上。像本发明各较佳实施例的压电谐振器的情况那样，与扩展振动模式的压电谐振器相比，压电谐振器 61 的尺寸大大缩小了，但在同尺寸、同厚度和同一压电材料的压电谐振器 61 中，与本发明诸较佳实施例的压电谐振器相比，其端间电容很小。因此，若用压电谐振器 61 作为串联谐振器且用压电谐振器 61 作为并联谐振器来构成图 2 所示的梯形滤波器 (或具有三级或更多级)，则可以制成保证衰减值大、尺寸小的梯形滤波器。

根据本发明各较佳实施例的压电谐振器，压电谐振器实现了小型化，但仍能得到大的端间电容，并以弯曲振动模式振动。因此，若将压电谐振器用作梯形滤波器的并联谐振器，可大大提高衰减值。

此外，根据本发明各较佳实施例的压电谐振器，中间的压电层不极化，在中间压电层一侧上，极化方向与电场方向相同，而在中间压电层的另一侧上，极化方向与电场方向相反。因此，压电谐振器的弯曲振动大大增强且非常强烈。

虽然已参照诸较佳实施例描述了本发明内容，但是本领域的技术人员将会理解，可以在形式上和细节上作出上述和其它更改而不背离本发明的精神与范围。

说明书附图



00-10-17

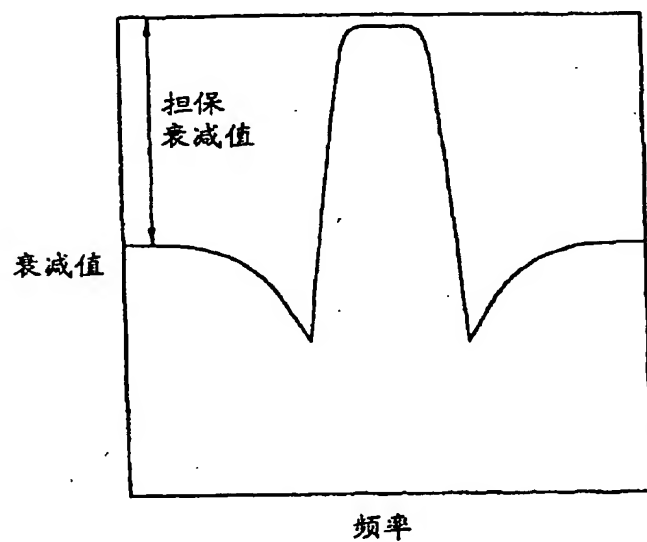


图 3

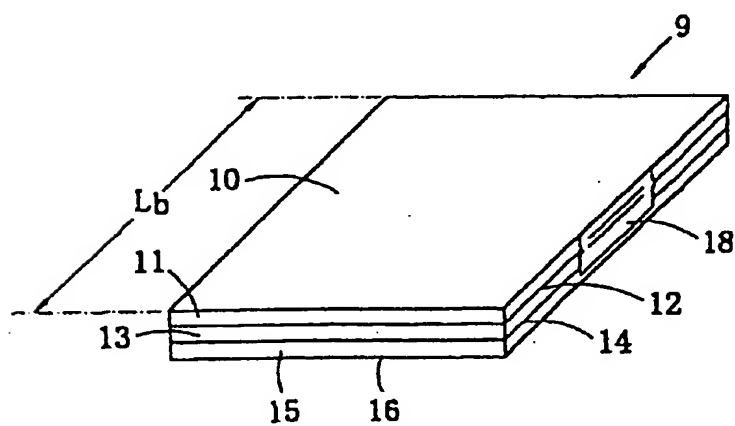


图 4

00.10.17

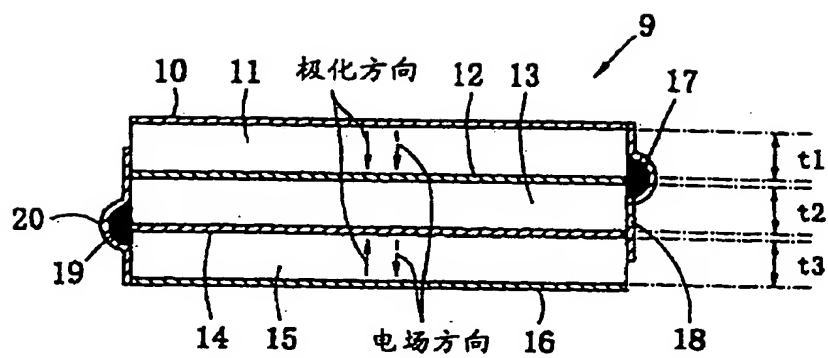


图 5

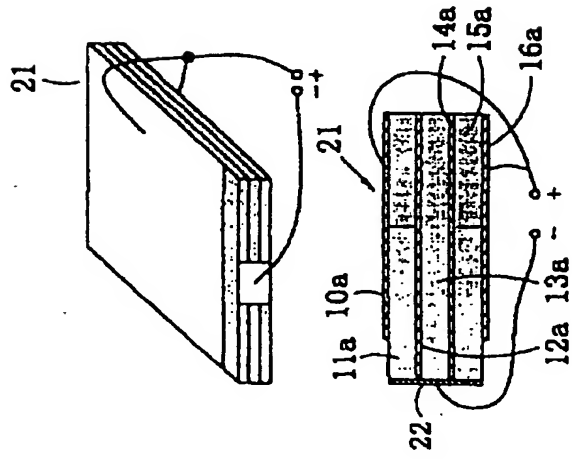


图 6A

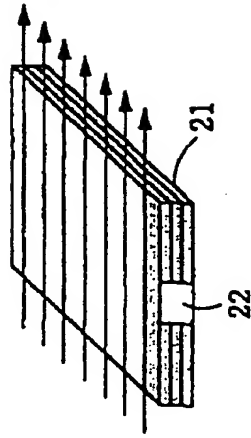


图 6B

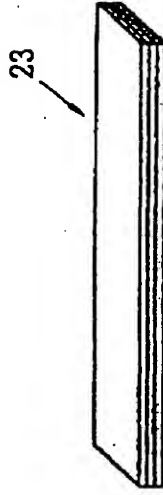


图 6C

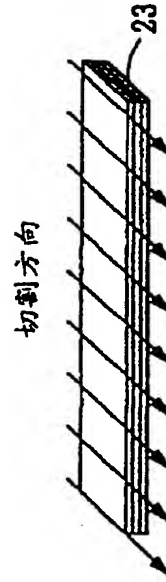


图 6D

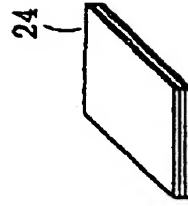


图 6E

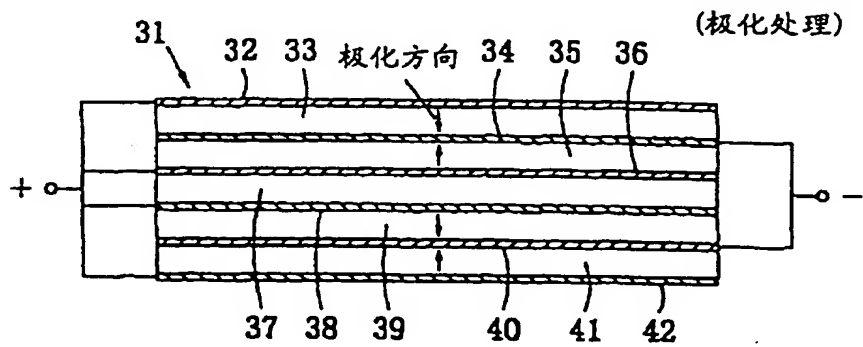


图 7A

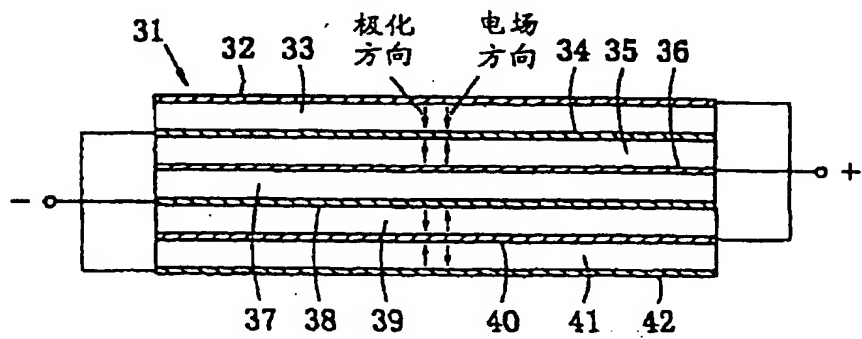


图 7B

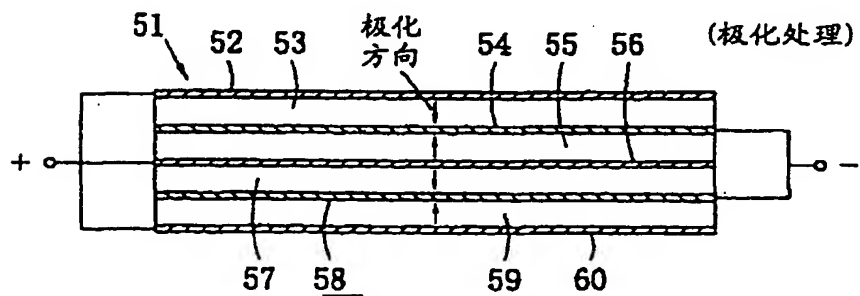


图 8A

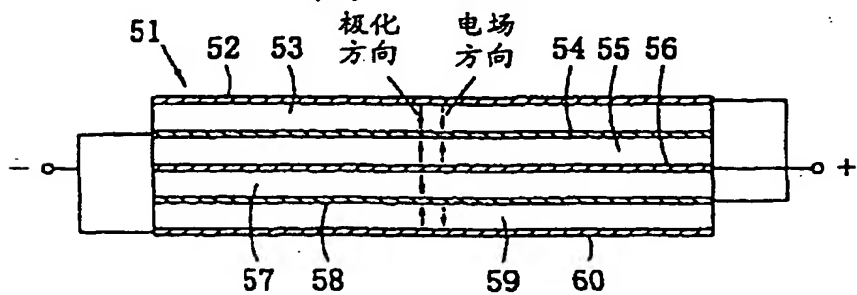


图 8B

00.10.17

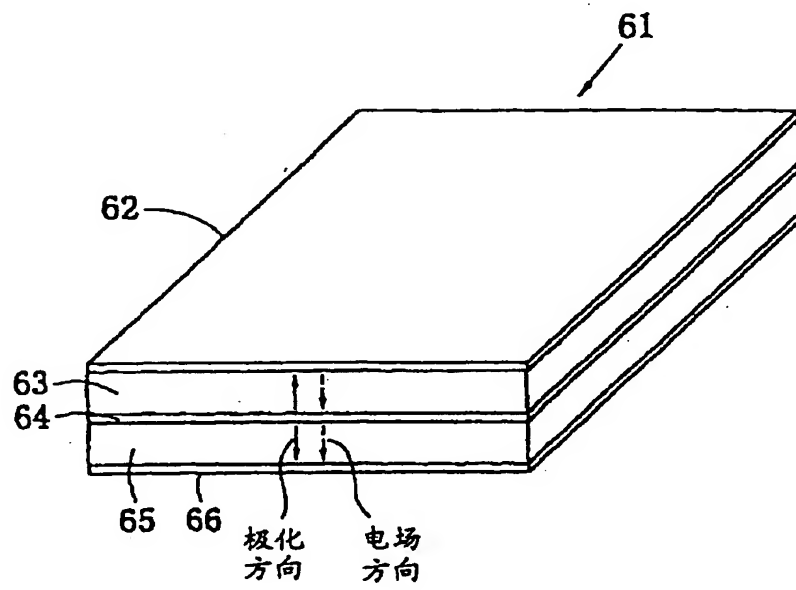


图 9